

論 文

衛星画像による太宰府市周辺土地被覆変化の特性

磯 望・西木真織・後藤健介・黒木貴一・宗建郎

1 はじめに

太宰府市およびその周辺地域は、古代から大宰府政庁や水城や大野城などの設置に伴って、人工的な土地改変が行われてきたが、昭和40年代以降には福岡都市圏の拡大に伴って急速に宅地化が進行し、丘陵地の森林や水田等の農業用地の宅地化が進行した。日比野・宗（2005）は、太宰府市とその周辺の筑紫野市・春日市・大野城市の4市の人口が1965（昭和40）年以降大きく増加したことを示し、これと連動するようにこの4市における田畑の面積が縮小してきたことを明らかにしている。1995年以降、太宰府市のベッドタウン化の進行は他の3市と比較すると減少し、農地の縮小や丘陵地の開発の速度も縮小するなど、土地利用の展開からは独自性をもつ市域へと変化しつつあることが指摘されている（堤、2004）。

筆者らは、太宰府市の土地利用の経年的な変化を、衛星データを利用して解明する目的で、土地利用状況変化を年次の異なる衛星データで捉え画像化することを試みた（後藤ほか2003、磯・後藤2005）。衛星画像で分類する土地利用区分は、一般的な土地利用目的による区分と異なり、地表から反射してくる数種類（LANDSATの場合は7種類）の波長帯別の分光反射率として計測されている（図1）。このため、土地利用そのものは変化しなくても、地表を覆う植生等の変化に伴って、反射率は変化し、一見異なった土地利用に見えることがある。衛星画像で分類する土地利用区分は、正確には数種類の波長帯に分光された電磁波の反射率で識別できる地表の区分を示しているため、その特徴を正確に示すために、土地被覆分類と称している。

後藤ほか（2003）は、1986（昭和61）年と1999（平成11）年の太宰府市のLANDSAT衛星データによる土地被覆の変化を検討したが、小林・堤（2001）や小林（2005）が指摘したような、この期間の水田の急減を示唆するデータは明示できなかった。このことは衛星データ解析による土地被覆分類の手法の限界の一つを示したものである。

実際に衛星データを解析して土地被覆分類図を作成してみると、同一の対象地において、年次や季節によって実態とは異なる土地被覆を示す場合があることがわかる。須古井ほか（2005）・西木ほか（2006）は、1995年と1999年のLANDSAT衛星データを用いて北部九州の土地被覆分類図を作成した結果から、明らかに経年的な変化とは異なる大きな土地被覆分類別の面積に差異が生じ、その差異には季節的なものが含まれるものと推測した。また、大久保・安岡（1996）は、土地被覆において一定の処理で常に一定の結果を出力するような安定した手順を確立することは季節性や気象条件の面から困難であり、課題であると述べている。

そこで、太宰府市とその近郊に関連し、できるだけ多くの時期を異にする衛星データを集め、これから作成した土地被覆分類図が時期毎にどの程度変化するかを明らかにし、その変化の季節性的特徴を検討することによって、宇宙から見た太宰府市周辺の地表の季節的な変動のイメージを検討することを試みた。その、1）土地被覆ごとの地表の分光反射率の季節的变化傾向、2）土地被覆の季節的变化の生じた地点の特徴、3）土地利用と土地被覆の季節的变化の特徴的傾向、の3点を中心に検討した結果について報告する。

2 衛星データと分光反射率

季節的変化解析のために使用したLANDSAT衛星データは、1972年の打ち上げ以降、衛星本体や衛星のセンサの交代はあるもののほぼ同質の観測データを提供し続けてきており、長期間累積されたデータを取得できるという利便性のため、地表変化の研究には適したデータである。しかし、その解像度は1ピクセルが30m×30mの単位であるため、これより小面積の土地被覆の正確な識別は困難となる。太宰府市域でLANDSAT画像から、ため池の同定を試みた結果、幅30m未満のため池の検出能力は著しく低下することが確認されている(後藤ほか, 2003)。現在では高解像度の衛星データが登場し、1m未満の解像度の画像も入手可能であるが、データ蓄積がまだ少ないため、今回の解析には利用しなかった。

衛星センサ	観測日
L5-TM	2000/7/21
L5-TM	2000/11/10
L5-TM	2000/12/28
L5-TM	2001/4/19
L7-ETM+	2001/3/26
L7-ETM+	2001/5/13
L7-ETM+	2001/9/18
L7-ETM+	2001/10/20
L7-ETM+	2002/2/25
L7-ETM+	2002/9/5
L7-ETM+	2002/11/24

表1 解析に用いた衛星データ一覧

今回の土地被覆季節変動調査に利用したLANDSAT衛星データは2000年7月～2002年11月の期間のLANDSAT 5号および7号のデータのうち、雲量の少なかった11回分のデータである。表1に利用したデータの観測日および衛星センサの種類を表示しておく。なお、データのパス(path;縦方向)一ロウ(row;横方向)は北部九州西部に相当する113-37を用いている。

なお、現行のLANDSATは705km上空から地上を185kmの幅で観測しながら、約99分かけて地球を一周している。このことから、一日に地球を14周している計算になり、LANDSATがまったく同じ場所へ戻ってくるのは16日後である。すなわち、同じ場所のデータを17日おきに取得することができる。ただし、LANDSAT 5号と7号が同時に稼動していた期間は8日遅れの軌道上をまわっていたので、8日周期で同一の地点を観測することができた。また、1999年4月に打ち上げられたLANDSAT 7号(ETM+データ)は2003年5月に装置が故障し入手できない状態にある。

さらに、日本付近におけるLANDSATの通過時間は、昼間は北海道の東端の9時30分頃、沖縄県の西端の10時30分頃である。この頃の太陽光はいつも東から当たっているため、起伏のある山地では日陰部分が常に稜線の西側に見える。また、夜間の通過時間は20時30分から22時頃であるが、この時間には太陽光が当たらず、反射光はない。そのため、実際に使えるのは昼間の観測データのみである。

本研究ではLANDSATのTM(5号)データとETM+(7号)データを用いる。TMセンサ・ETM+センサは、可視光線～遠赤外線(熱赤外線)までの0.45～12.5μmの波長の電磁波(可視光も含む)の範囲を7つの波長帯(バンド)にわけ、その分光反射率を観測している(図1)。例えばバンド1は、波長0.45～0.52μmの、ほぼ青色の光の反射率を1ピクセルの大きさ(30m×30m)で測定していることになる。

なお、図版1に示したトゥルーカラー衛星画像は、各ピクセルごとに、デジタル情報である各バンド別分光反射率を取得し、バンド3に赤色を、バ

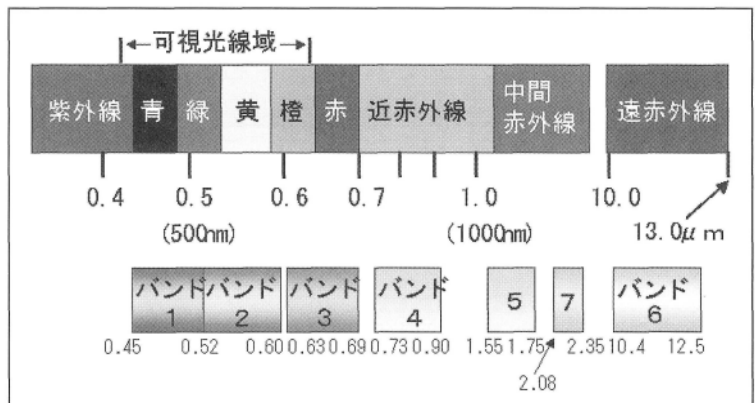


図1 TM/ETM+センサの各バンドの波長帯域と電磁帯域の関係

ンド2に緑色を、バンド1に青色を当てはめて、それぞれの反射率に応じて配分合成して作成したものである。したがって実際に肉眼で感知できる色調とは若干異なっている。また、これから使用する分光反射率データは0~255の256段階で示したデジタルデータで表示されており、百分率ではないことをお断りしておく。

3 調査地域

衛星画像による土地被覆分類のこの論文の研究対象地は、太宰府市全域を含み、その周囲にある北東の宇美町、東方の飯塚市、北西の大野城市、西方の春日市、南東の筑紫野市、南西に那珂川町、南東方の筑前町の各市町の一部を含む方形の地域である。その範囲は、行政区界を示す地図として図2に、衛星画像として図版1で示した範囲の全域である。

この範囲には、福岡平野と筑後平野を結ぶ低地である二日市低地帯が北西—南東方向に位置する。ここは鉄道や道路網が集中しており、周辺で急速に都市化・宅地化が進行するとともに、農地が著しく減少した。

太宰府市北部の四王寺山塊と東部の宝満山塊および南西部の牛頸山塊は、主として森林におおわれており土地利用の変化は少ない。

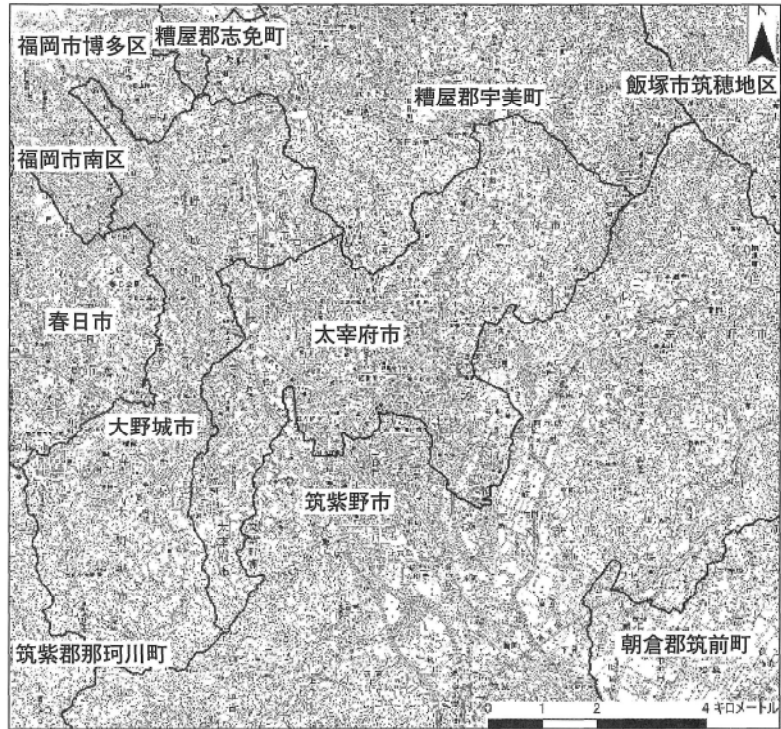


図2 調査地域の範囲（国土地理院数値地図50000などから作成）

4 土地被覆分類の方法と区分

本研究では、1年を通じた季節的な土地被覆変化、反射率の変化を知るために、ほぼ1年のあらゆる時期（季節）をカバーすることのできるデータとして、2001年4月19日・2001年5月13日・2000年7月21日・2002年9月5日・2001年9月18日・2001年10月20日・2000年11月10日・2002年11月24日・2000年12月28日・2002年2月25日・2001年3月26日のLANDSATデータを解析した。経年的な土地被覆変動の影響を避けるため、なるべく近い年度のデータであることと、対象地域に雲量の少ないデータを条件に探したところ、条件に見合ったデータは上記の11時期のみであった。

11時期のデータを1/25,000地形図の土地利用情報をもとに分類項目（カテゴリー）を設定し、具体的に一つ一つの項目が、データ上のどの地点で見られるかをコンピュータに記憶させるポイントトレーニングを実施した。ポイントトレーニングを実施した地点は、地図で土地利用状況が確認されているので、同一土地利用で認められる各バンドの反射率の平均値を求め、ポイントトレーニング地点以外の土地被覆は、最尤法によってどの土地被覆に該当するか解析ソフト（ここでは沢瀉電子株式会社のOM-SATを用いた）で図化して示した（図版3・図版4参照）。

この土地被覆区分を実施する前には、各時期の衛星画像の位置関係が同じ位置にくるように衛星データの幾何補正を行い、さらに大気の影響で生じる各時期の反射率の基準を合わせるために、大

気補正を実施した。これらの解析手法の詳細については、長谷川（1998）・西木（2007）を参照されたい。

本研究では、2001年10月20日の画像を基準として、地形図の土地利用区分を見ながら、土地被覆を水域・森林・草地・水田・裸地・市街地の6カテゴリーに区分した。さらに、他時期の画像についても2001年10月20日のデータと同じポイント地点を教師として用いる方法で、土地被覆分類図を作成した。

また、6つの土地被覆カテゴリー別にポイントトレーニングを行った地点において、解析した衛星データの時期・季節別の土地被覆の実態を把握するために、2006年4月24日・7月22日・9月19日・10月20日・11月10日・11月24日・12月27日に現地調査を行った。さらに、ポイント地点の反射率の季節的な変化の特徴について、バンド別に検討し、現地で得られた土地被覆状況から推定される季節的な変化を検討した。これらのポイントトレーニング実施地点を図3に示す。

この方法で実施した土地被覆分類は、教師付き分類と称する。それは、土地被覆状況を現地のデータを基準（教師）とし、そのデータに合うように各時期の土地被覆分類を最尤法で当てはめて補正をする方法を取るからである。この方法で調整すれば、土地被覆分類の季節変動は少なめに抑えられるはずであった。

しかし、衛星データの分光反射率特性は、地形図による土地利用区分を教師とした土地被覆分類では捉えきれない変化をしていた。その原因は、衛星データの分光反射率特性が、主に植生や土地被覆の季節的な要因によって大きく変化することにあると考えられる。しかし、具体的にどのような場所のどのような季節変化が土地被覆分類に影響しているのかというところまでは、従来は明ら

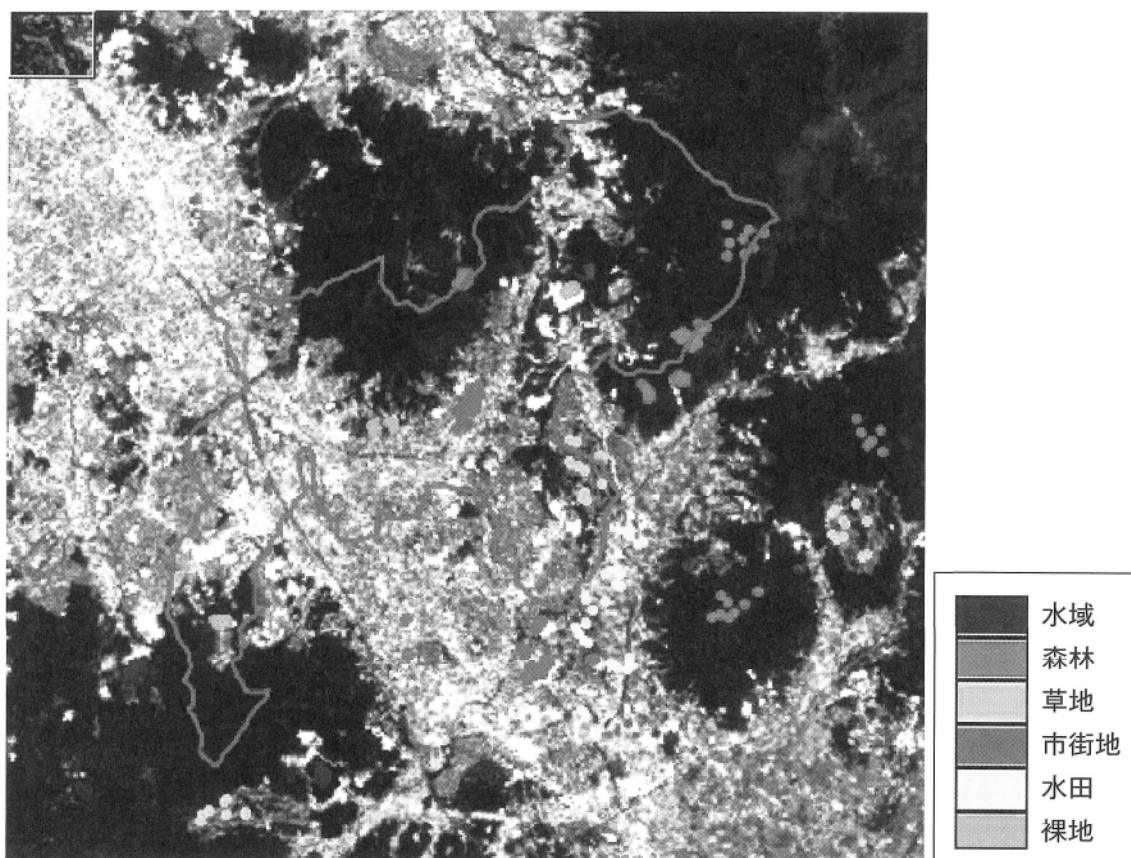


図3 調査地域のポイントトレーニング実施地点（太宰府市域を太線で示す。水田・水域は、太宰府市内では適当なポイントが得られていない。なお、ポイントを示す点は実際より大きく表示している。）

かにされていない。また、現地に行き、実際の土地被覆や様々な状態を把握することは大変重要な作業であるが、それに関してまとめた資料も少ない。そのため、衛星データの季節的な影響を知り、その特徴を捉え、実際のポイントトレーニング地点の土地被覆の変化状況を知ることが、季節的な土地被覆変化を検討するために不可欠な作業となる。

5 土地被覆分類別分光反射率特性の季節的変動

この調査の対象とした土地被覆分類は前述したとおり、水域・森林・草地・水田・裸地・市街地の6分類である。例えば道路などのように、この6分類に該当しない土地被覆も当然存在するが、すべてのピクセルは最尤法で、6分類の分光反射率特性のどれかの土地被覆分類に相当するものとして計算・判断されてしまう。そこで、実際の分光反射率特性の平均値の数値はどのように季節的に変化しているか、検討するために、各土地被覆分類のうち典型的な事例を検討してみよう。

ここでは水域の事例として、牛頸ダム湖の例を示す。大野城市牛頸の牛頸ダムは、既存のため池を拡張したダムで、昭和47（1972）年に着工され、平成3（1991）年に完成した比較的新しい水域である。現地調査時の牛頸ダムは、時期によって水位が変動しており、7月が最も多く、9月以降減少し、12月は最も少なかった。また時期により水の色が異なっており、水中のプランクトンの影響で、7月・9月・10月の水は濃い緑色をしていた。この影響は、植生変化検出に敏感なバンド4に表れていることも考えられる。バンド別分光反射率平均値（図4）を見ると、バンド4の7月の分光反射率が水面の一部で少し高くなる現象も見られた。しかし一般に、水域の分光反射率は時期（季節）によってほとんど大きな変化はなく低い値で、他の土地被覆分類カテゴリーに比べて季節変動も極めて少ない。

森林のポイントトレーニング地点の例として、宝満山の頂上付近にある標高829m地点付近の分光反射率の時期的変化を示す（図5）。この地点のバンド別反射率を見ると、可視光域のバンド1～3は、いずれの時期もその数値が反射率の低い5～15の間にあり、季節的な変化はほとんどない。しかし、近赤外域のバンド4は、5月・10月の値が68・66と高く、3月・12月が35・28と低くなっている。また、中間赤外域のバンド5の5月の分光反射率が60と最も高く、12月が24と最も低くなっている。

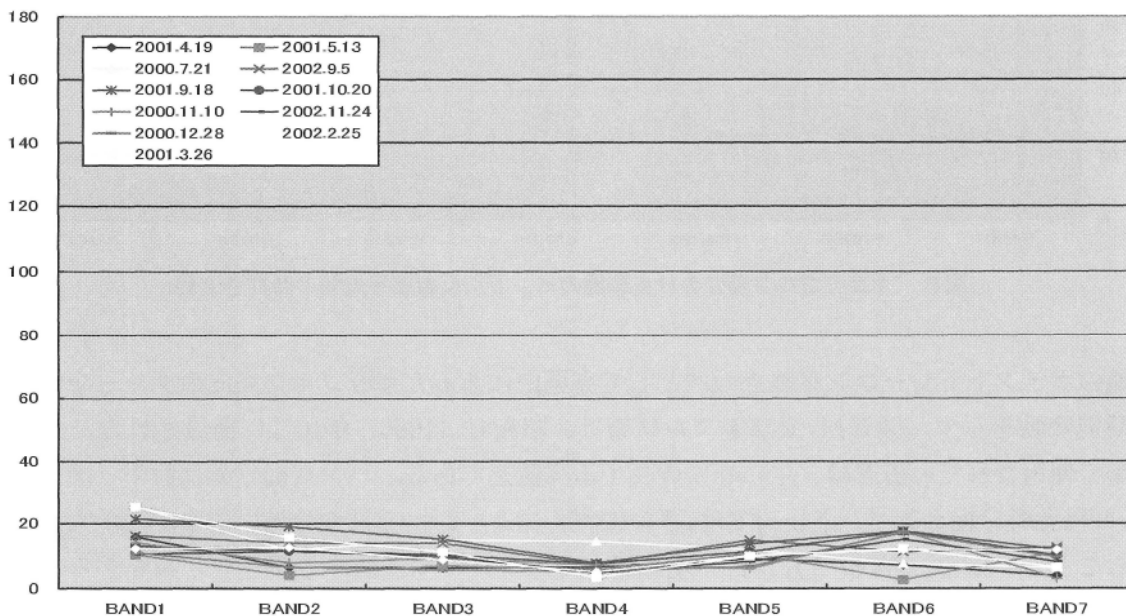


図4 牛頸ダム水域のバンド別反射率平均値の時期別変動（縦軸の数値は分光反射率）

いるが、これらのバンド別反射率の傾向は、すべての森林のポイントトレーニング地点に共通している。

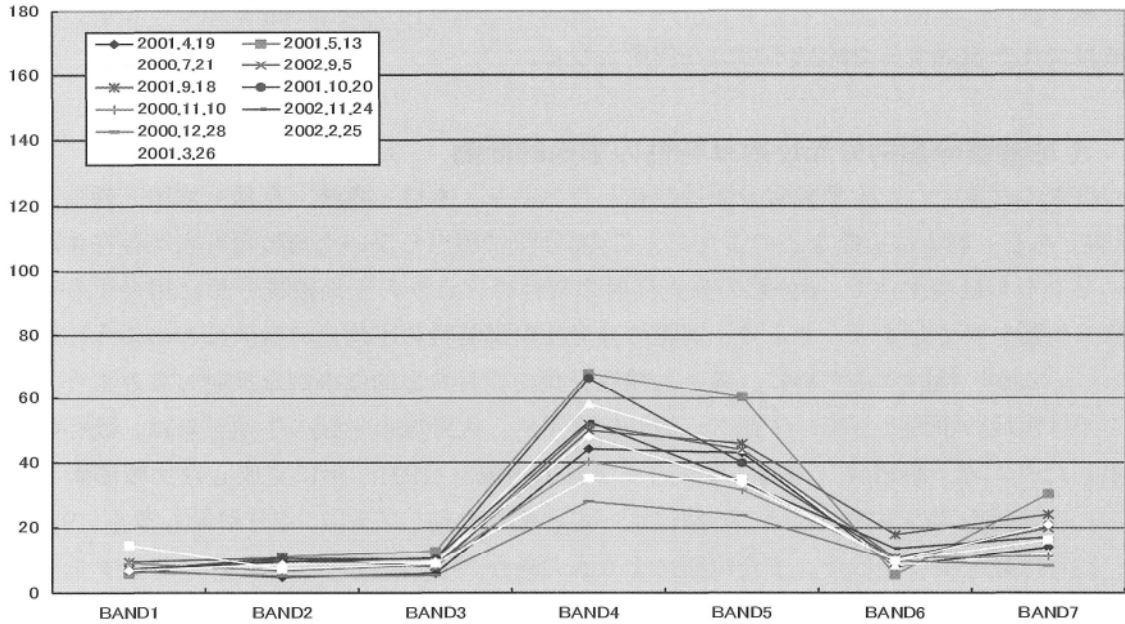


図5 宝満山標高829m地点における森林のバンド別反射率平均値の時期別変動

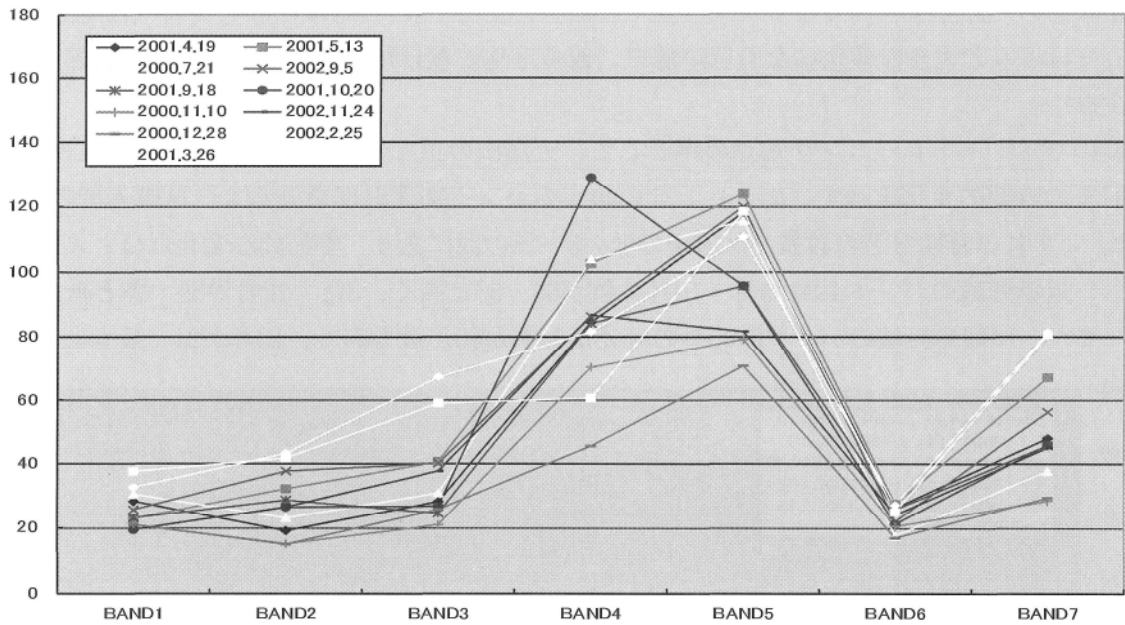


図6 太宰府ゴルフ場における草地のバンド別反射率平均値の時期別変動

草地のポイントトレーニング地点の例として高尾山にある太宰府ゴルフ場内のグリーンの反射率の時期別変動を示す（図6）。太宰府ゴルフ場は、昭和41（1966）年10月に開設された。太宰府ゴルフ場で使用されている芝は、主に春に成長する高麗芝である。バンド別分光反射率（図6）を見ると、可視光域を捉えるバンド1～3では、草の生育の少ない2月・3月の分光反射率が若干大きくなっていることがわかる。2006年1月10日の現地調査でのゴルフ場における聞き取り調査から、ゴルフ場の芝はプレイに使用するグリーンに限り、黄変した芝を人工的に緑色に染めているとわかった。このことが、バンド1～3の分光反射率に影響していると考えられるが、植物の活性を捉えるバンド

4には影響しない。また、バンド4の10月の分光反射率が最も高く、黄変している12月と3月の値が低くなっている。太宰府ゴルフ場において、10月にバンド4が上昇し植物が活性化している要因としては、この時期の気温が生育に適当であったことと、この時期に肥料が与えられたことが原因であると推定される。

水田のポイントトレーニング地点の例として筑紫野市にある宮地岳ふもとの阿志岐・吉木町の水田一帯の反射率の時期別変動を図7に示す。2006年に実施したこの地域の現地調査の写真を図8に示す。4月には、この地点の水田は一面麦畑となっており、裏作が行われていた。この時期の水田は草地の分光反射率と類似している。7月は田植え後で水が張って稲が生育しており、9月は稲穂が生長していた。9月の時点で、周辺の水田を見ると、すでに稲刈りが行われているところもあり、ここでは裸地と類似する値を示した。10月は、稲は刈られており、11月10日には耕運して土がならされ、裸地のようになっており、11月24日には二毛作のために肥料が蒔かれ、12月には麦が植えられていた。地点12のすべての水田に麦が植えられているわけではなく、裏作の休耕する例も認められた。

このように水田は、土地利用としては一つであっても、地表の反射率でとらえると土地被覆状況の変化が極めて大きいことがわかる。分光反射率は10月中旬の稲刈り直後の新鮮な稲株の見られる時期に最も大きくなり、12月末が最少である。12月末の地表写真を見るとこの時期は天地返しが終わわり、稲株が地表から失われ、麦の芽が出始めた時期に相当する。この時期の地表が黒色を呈しており、反射率そのものが小さい値となる。

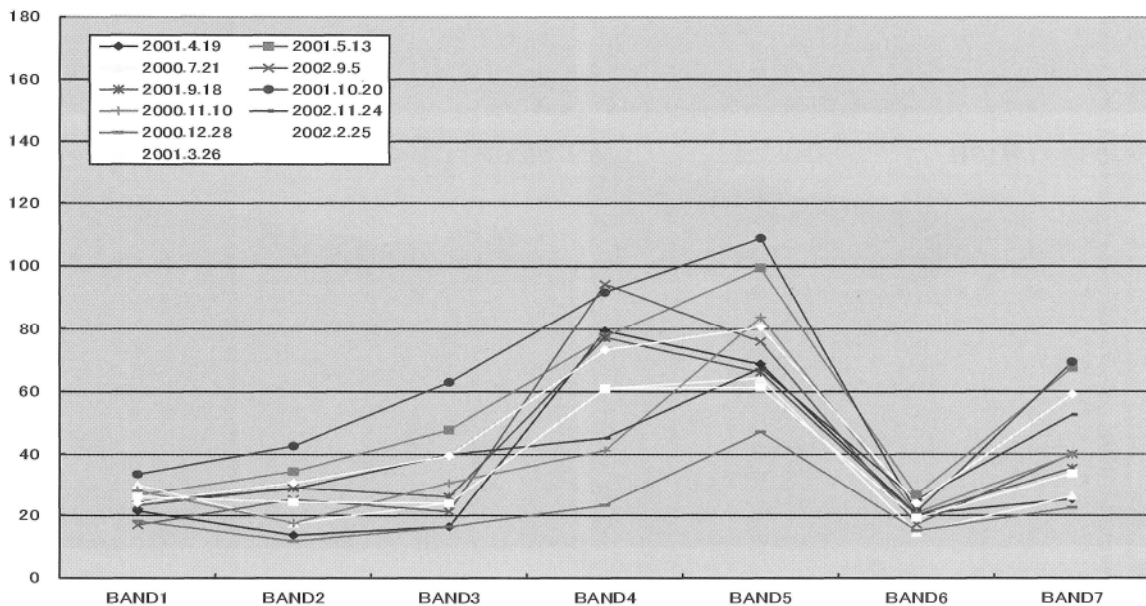


図7 筑紫野市吉木における水田のバンド別反射率平均値の時期別変動

バンド別分光反射率平均値（図7）を見ると、水田が成長している時期の4月・5月・7月・9月・2月・3月のバンド4の値が大きく、刈られて裸地のようになっている11月・12月の分光反射率が低いことが分かる。また、水分含有量を捉えるバンド5の中間赤外域の季節的な変動が大きく、これは水田の湛水の時期と乾燥している時期との交代による変化が、影響していると考えられる。バンド4の近赤外域も季節的な変化が大きく、作物の生育状況や水田の水分量の変化に応じて変動していると見ることができる。

裸地のポイントトレーニング地点の反射率の変動を、太宰府市大佐野の大佐野スポーツ公園の例

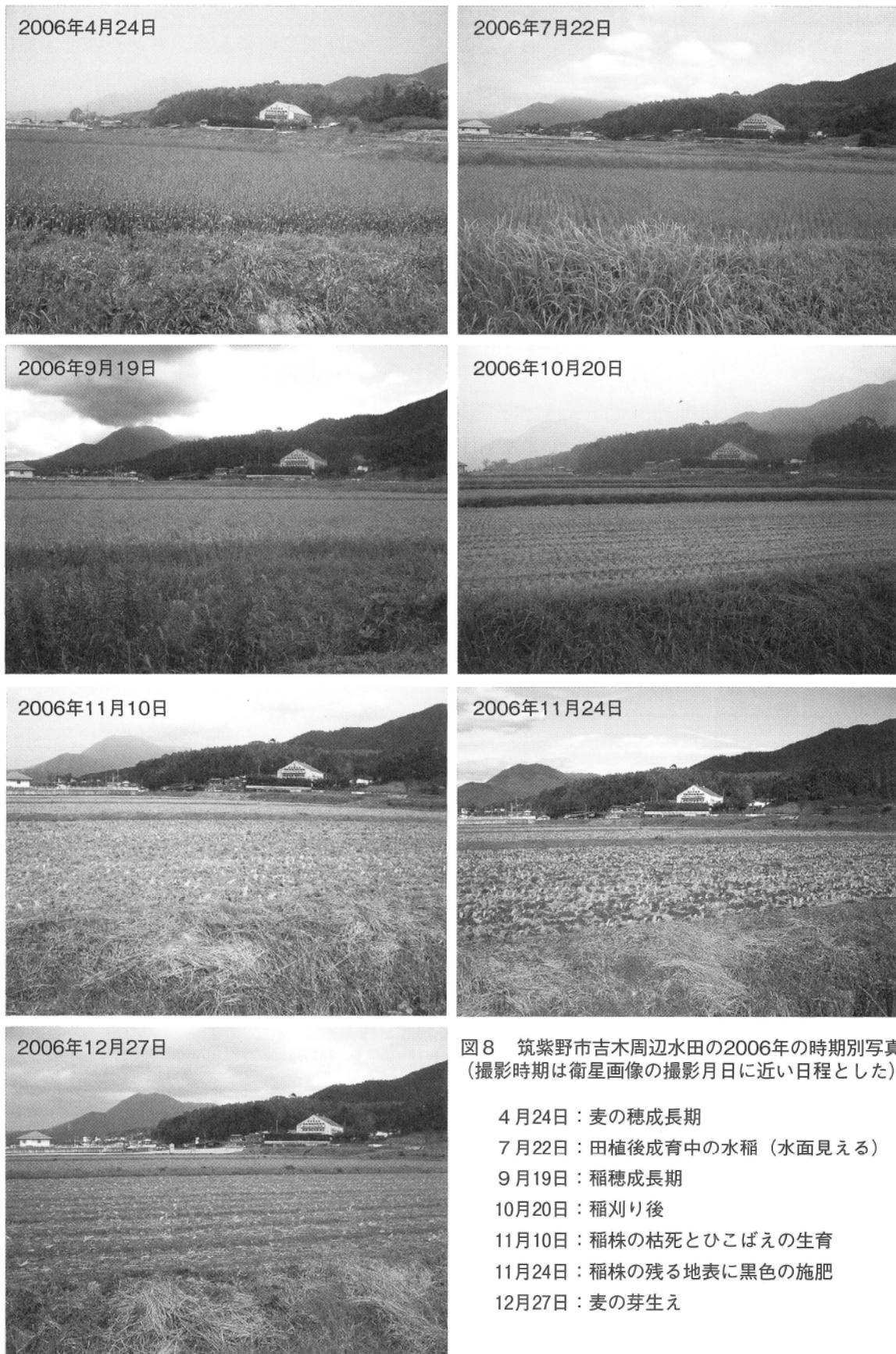


図8 筑紫野市吉木周辺水田の2006年の時期別写真
(撮影時期は衛星画像の撮影月日に近い日程とした)

- 4月24日：麦の穂成長期
- 7月22日：田植後成育中の水稻（水面見える）
- 9月19日：稲穂成長期
- 10月20日：稲刈り後
- 11月10日：稲株の枯死とひこばえの生育
- 11月24日：稲株の残る地表に黒色の施肥
- 12月27日：麦の芽生え

で説明する。この公園は太宰府市に管理されている公園であるため、定期的に雑草駆除等の手入れが行われており、バンド別分光反射率（図9）を見ると、市街地以上に分光反射率は季節的に変化していた。5月・7月・9月の時期に分光反射率が大きくなっており、11月・12月は低い。なかでも、バンド5の変化が大きく、バンド1から3の可視光域でも大きく数値が変化している。実際に現地の写真を見ると、4月はほとんど生えていなかった植物が、7月になると多く生え茂り、9月・10月になると枯れつつあった。さらに11月10日には植生は除去されていたが、11月24日・12月には、再び植生が現れ始めていた。これが主に分光反射率の数値に影響していると考えられる。

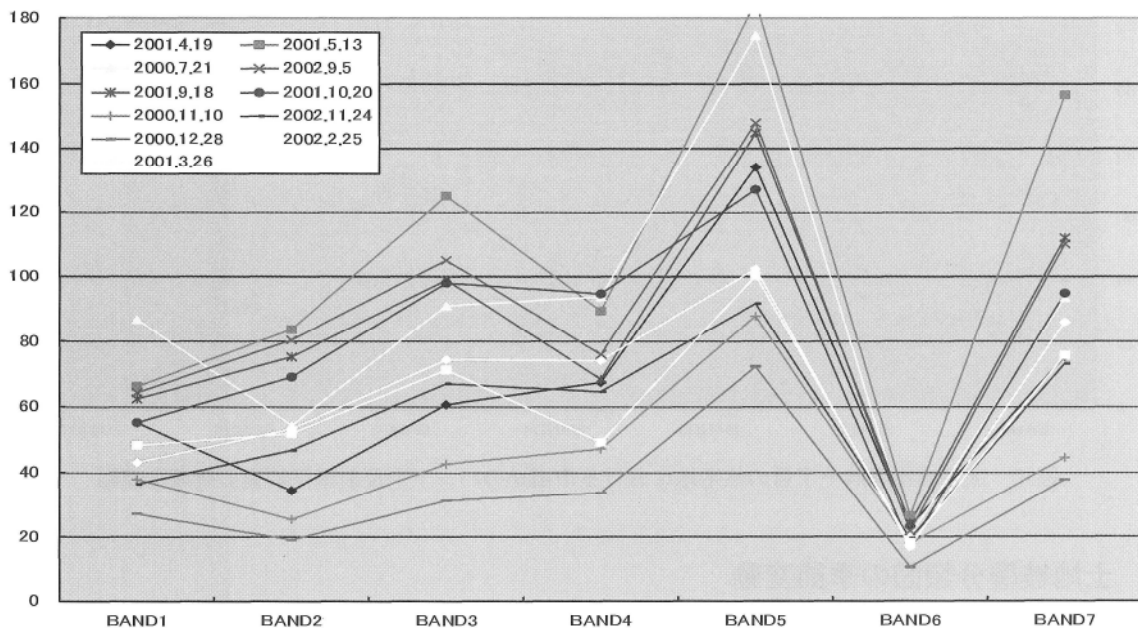


図9 太宰府市大佐野運動公園における裸地のバンド別反射率平均値の時期別変動

市街地のポイントトレーニング地点の反射率の変動を、太宰府市宰府一丁目の住宅地の例で説明する。西鉄太宰府駅と大駐車場との間の太宰府市宰府一丁目は住宅や商店が立ち並びまた一部は駐車場である（図2）。市街地（特にコンクリート）は、季節的な影響で分光反射率が大きく変化することはほとんどないと予想していたが、実際には分光反射率は時期によって変動していた。

バンド別反射率平均値の変動（図10）を見ると、宰府一丁目市街地は可視光域を示すバンド1～3の可視光領域の変動は、最大が57、最小が12となっており、比較的大きいが、実際の市街地の土地利用上の変化は少ない。しかし、LANDSATは1ピクセルが30m×30mであり、30mより小さい家屋をポイント地点とする場合には、その庭や花壇といった様々な土地被覆が混在するポイント（ミクセルという）になる。そのため、住宅地では庭の植生の影響等で分光反射率が変動する可能性がある。

また、時期（季節）によって日射角度が異なることから、これが分光反射率に影響していることも考えられる。各バンドとも全般的に太陽光入射角最大の5月の値が最も高く太陽光入射角最小の12月の値が最も低い。このような太陽光角度によって生じる単純な分光反射率変動を考慮すると、この事実は都市域における植生変化の影響が案外少ないことを示唆している可能性もある。

また、反射率の幅が最も大きいバンド5でも、12月に最小で5月に最大になる。バンド5は植生や土壌の水分が乾燥すると低下することから、12月にバンド5の値が低くなっていることは十分に考えられる。また、5月・7月・9月の気温の高い時期に、分光反射率が高くなり、11月・12月の気温

の低い時期に、分光反射率が低くなっている。衛星データ観測時の気象は、3月・4月のデータの前日に5mm以下の降水があったのみであり、バンド別分光反射率平均値にはほとんど影響していない。

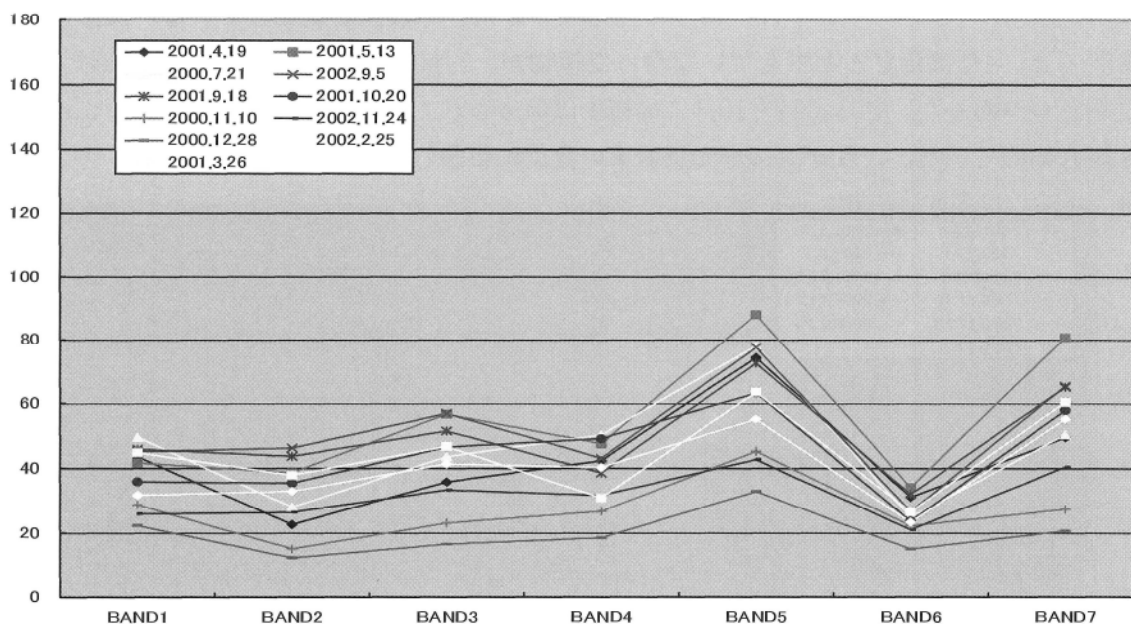


図10 太宰府市宰府一丁目の住宅地における市街地のバンド別反射率平均値の時期別変動

6 土地被覆分類図の季節変動

太宰府市およびその周辺地域のLANDSAT衛星データを利用して実施した教師付き土地被覆分類を行った事例を図版3と図版4に示した。土地被覆分類は分光反射率特性の値の類似性から、最尤法によって、教師とされた地点の反射率平均値との類似性から、水域・森林・草地・水田・裸地・市街地の6類型に区分し、図化して示した。なお、図版1～4は、すべて同一範囲を同一縮尺で表示したものであり、実際の位置については、図版1の太宰府市境界線から判断できる。

図版3は2000年7月21日の、図版4は2000年11月10日の衛星データであるが、両者の土地被覆分類は一見して著しく異なることが分かる。とりわけ7月に水田と判定されていた場所の相当部分が、11月には市街地と判定されていた。わずか数カ月の間に市街地化が実際にこれほど進行するとは考えられない。したがってこれは反射率特性の最尤法にもとづく水田と市街地の判定が、この季節には難しくなることを示したことになる。

図7に示した2000年11月10日の水田の平均分光反射率の量とパターンは、図10に示した同日の市街地の分光反射率の量とパターンときわめて類似している。このため両者の統計的な分離が困難になり、土地被覆区分の判定に季節的変動が生じてしまうものと判断された。

このような土地被覆判定に誤差を生じやすい土地被覆分類を検討するために、時期の異なる土地被覆分類結果の差を求めて、どの地点（ピクセル）がどの土地被覆分類に変化したかを検討した（図版2参照）。

その結果、森林や水域は季節的判定変化を引き起こしにくいことが明らかになった。また当然ではあるが、ポイントトレーニング地点周辺も季節的な土地被覆変化を生じていない。一方、草地・水田・裸地・市街地は、季節的に土地被覆分類判定が入れ替わる傾向が顕著に認められた。

このように衛星データで見ると土地被覆は季節的に思いがけないほど大きく変化して見える。そ

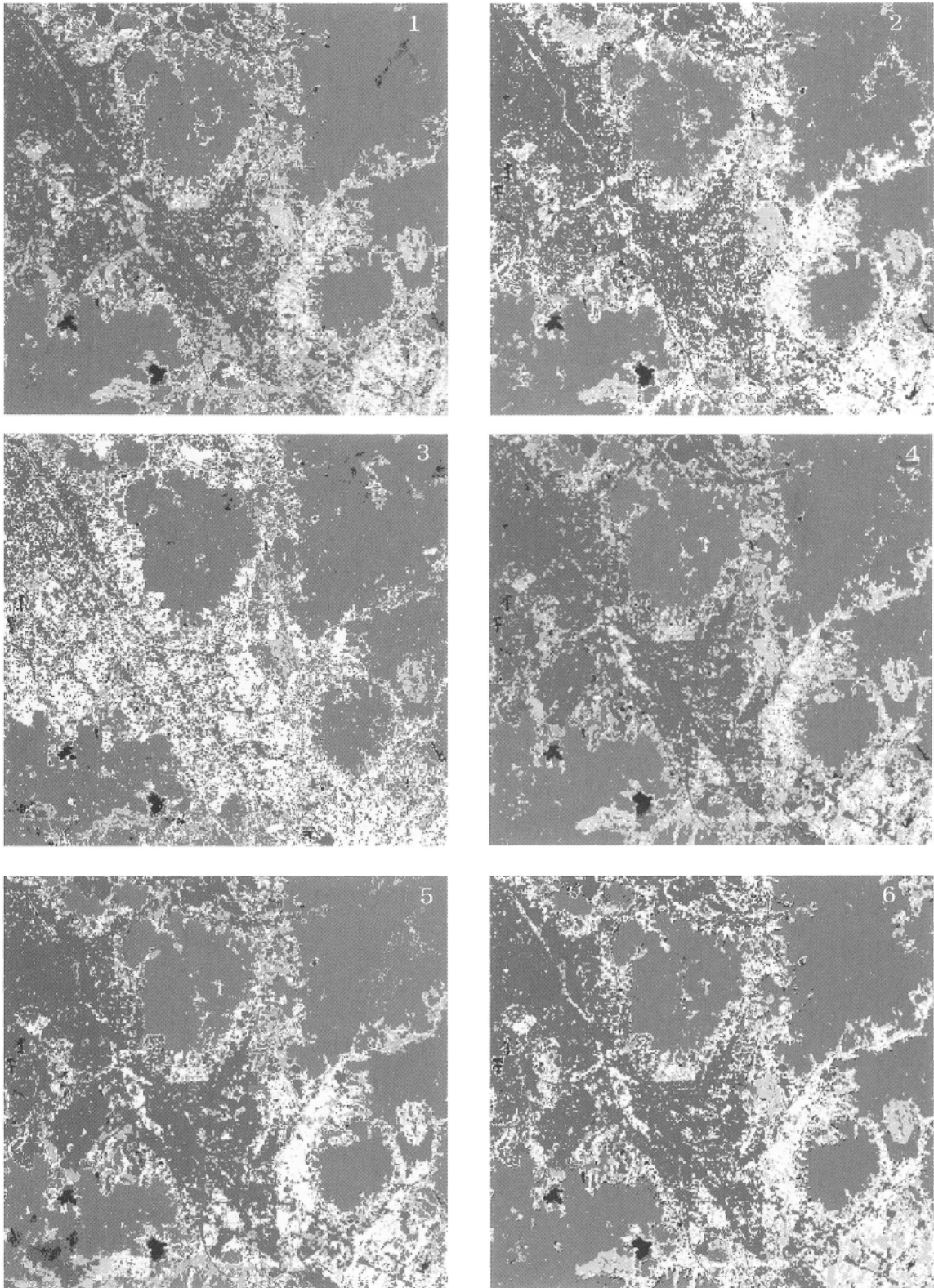


図11-1 LANDSAT DATAで作成した太宰府市周辺の土地被覆分類の季節的変動（図は年次を無視し月日順に並べている）

1 : 2001年4月19日、 2 : 2001年5月10日、 3 : 2000年7月21日、 4 : 2002年9月5日
5 : 2001年9月18日、 6 : 2001年10月20日、 なお、土地被覆分類凡例は図11-2参照

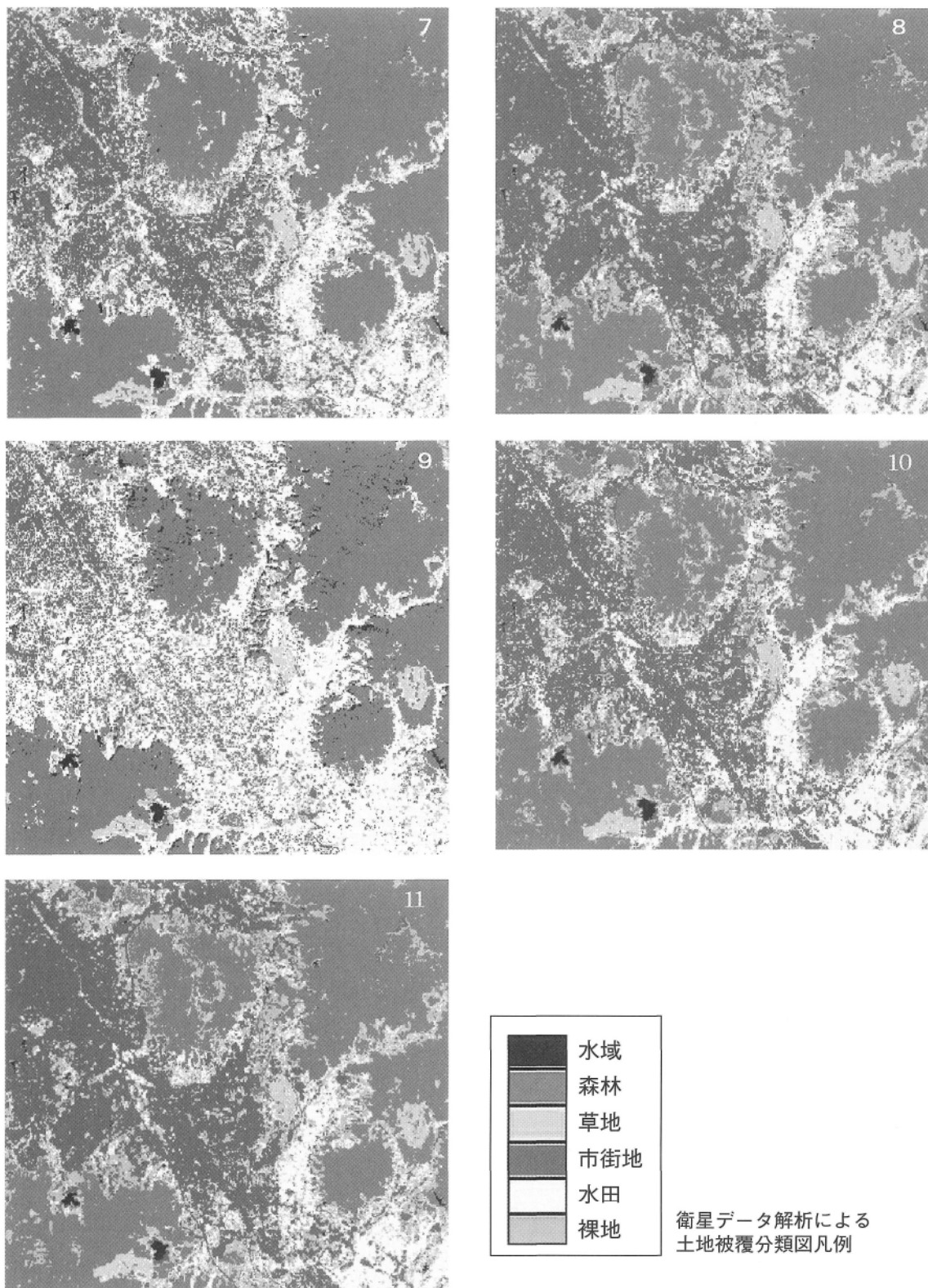


図11-2 LANDSAT DATAで作成した太宰府市周辺の土地被覆分類の季節的変動（図は年次を無視し月日順に並べている）

7：2000年11月10日、 8：2002年11月24日、 9：2000年12月28日、 10：2002年2月25日
 11：2001年3月26日

の変化を最小にするために、黒木（2006）はバンド1とNDVI値（植物活性度判定に利用する反射率指数）がよいことを指摘している。しかし、この方法を採用しても、土地被覆の季節的変動を無視できるほどにはならない。

今日では高解像度衛星を利用して詳細な土地被覆判定が可能であるため、その判定結果を利用しながら、地表の季節的環境変動と長期的環境変動の対応関係を詳細に検討して、太宰府市周辺に認められる地球環境変動の実態を解明することが、求められている研究課題でもある。衛星画像から得られる土地被覆分類は、本来、季節的変動を含むものとして取扱うことが必要であり、それが宇宙から見た地表の姿そのものを反映している。

引用文献

- 磯望・後藤健介（2005）「自然環境」（太宰府市の概況）、太宰府市史編集委員会編『太宰府市史通史編Ⅰ』p.24-32.
- 磯望・西木真織・後藤健介（2006）「北部九州で認められる衛星画像の季節的变化」、磯望編『衛星データによる土地被覆の季節的变化と経年的変化の比較研究』、平成16～17年度科学研究費補助金基盤研究（c）一般報告書、p.57-73.
- 大久保彰人・安岡善文（1996）「土地利用図との比較による土地被覆の経年変化解析について—衛星データと地理情報との実用的利用—」、日本リモートセンシング学会誌、vol.16, no.4, p.10-20.
- 黒木貴一（2006）「土地利用と衛星画像の経年的変化」、磯望編『衛星データによる土地被覆の季節的变化と経年的変化の比較研究』、平成16～17年度科学研究費補助金基盤研究（c）一般報告書、p.75-82.
- 後藤健介・磯望・黒木貴一・宗建郎（2003）「LANDSATデータを用いた詳細な土地被覆変遷調査の課題—福岡県太宰府市域における事例—」、西南学院大学教育・福祉論集、vol.3, no.1, p.99-119.
- 小林 茂（2005）「太宰府市の土地利用変化と景観」、太宰府市史編集委員会編『太宰府市史通史編Ⅰ』p.193-222.
- 小林茂・堤研二（2001）「土地利用の変化と伝統的環境利用」（太宰府市の土地利用）、太宰府市史編集委員会編『太宰府市史環境資料編』p.389-471.
- 須古井直哉・指原舞子・西木真織・橋口由佳・本末順子（2005）「衛星画像と気象データから見た北部九州の最近の環境変動」、西南学院大学児童教育学科磯ゼミナール卒業論文（手記）、p.1-877.
- 堤 研二（2004）「高度成長期の変貌」（現代の太宰府）、太宰府市史編集委員会編『太宰府市史通史編Ⅲ』、p.662-698
- 西木真織（2007）「衛星画像による季節的な土地被覆変動について—太宰府市の場合—」、西南学院大学人間科学研究科修士論文（手記）、p.1-281.
- 西木真織・後藤健介・磯望（2006）「衛星画像解析による北部九州の土地被覆の経年的変化」、磯望編『衛星データによる土地被覆の季節的变化と経年的変化の比較研究』、平成16～17年度科学研究費補助金基盤研究（c）一般報告書、p.29-43.
- 長谷川均（1998）『リモートセンシングデータ解析の基礎 THE ABCs OF RS』、古今書院、140p.
- 日比野利信・宗 建郎（2005）「沿革」（太宰府市の概況）、太宰府市史編集委員会編『太宰府市史通史編Ⅰ』p.6-24.

（いそ・のぞみ	西南学院大学人間科学部教授、
にしき・まおり	青年海外協力隊、
ごとう・けんすけ	長崎大学熱帯医学研究所助教、
くろき・たかひと	福岡教育大学教育学部准教授、
そう・たつろう	西南学院大学非常勤講師）